Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riiit.com.mx

Efecto de bioestimulantes en higuera (*Ficus carica* l.) en sustrato bajo condiciones de agricultura protegida

Effect of biostimulants on fig tree (*Ficus carica* l.) in substrate under protected agriculture conditions

Ruisanchez-Ortega, Y.[a]*, Salomón-Torres, R.[a], Peña-Yam, L.P.[a], Núñez-Ramírez, F.[b], Samaniego-Sandoval, L.[a], Acosta-Pérez, J.A.[a]

[a] Universidad Estatal de Sonora. C.P. 83455, San Luis Rio Colorado. Sonora.
[b] Universidad Autónoma de Baja California, C.P. 21705, Mexicali, Baja California.
yohandri.ruisanchez@ues.mx*; ricardo.salomon@ues.mx; laura.penayam@ues.mx; fidel.nunez@uabc.edu.mx; laura.samaniego@ues.mx; jonathan.acosta@ues.mx

Innovación tecnológica: Se presenta la evaluación de bioestimulantes de crecimiento en cultivo de higo.

Área de aplicación industrial: En el área de la agricultura, noroeste de México**.**

Recibido: 28 diciembre 2024
Aceptado: 15 marzo 2025

Abstract

Fig cultivation (*Ficus carica* L.) has gained significant popularity in the last three years in northwestern Mexico, in the Mexicali Valley, B.C, and San Luis Río Colorado, SON. There is little information available on the crop´s performance in the area. The objective of this research was to evaluate the biostimulants Hortamin and Bioalumiun on fig sprouting under protected growing conditions on substrate. Two treatments were studied: T1: Hortamin + Bioalumiun and T2: Control, which were distributed in a randomized block design with three replicates, where vegetative development variables where evaluated. The best results in terms of stem length (cm), daily growth rate of stem length (cm.day^{-1}), and daily growth rate of stem diameter (cm.day^{-1}) were observed in the treatment where the biostimulants Hortamin and Bioalumin were applied (T1), however, no differences were found for the number of shoots (u) and stem diameter (cm) between the treatments evaluated.

Keywords: Biostimulants, Sprouting, Figs.

Resumen

El cultivo del higo (*Ficus carica* L.) ha ganado mucho auge en los últimos tres años en la zona noroeste de México, en el valle de Mexicali. B.C y San Luis Rio Colorado, SON. Existe poca información sobre el comportamiento del cultivo en la zona. El objetivo de la investigación, fue la evaluación de los bioestimulantes Hortamin y Bioalumiun sobre la brotación del cultivo de higo en condiciones de cultivo protegido sobre sustrato. Se estudiaron dos tratamientos T1: Hortamin + Bioalumiun y T2: Testigo los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, donde se evaluaron variables del desarrollo vegetativo. Los mejores resultados en cuanto a la longitud del tallo (cm), tasa de crecimiento diario de la longitud del tallo ($cm.dia^{-1}$), tasa de crecimiento diario del diámetro del tallo ($cm.dia^{-1}$) se observaron en el tratamiento donde se aplicó los bioestimulantes Hortamin y Bioalumin (T1), sin embargo, no se mostraron diferencias para el número de brotes (u) y el diámetro de los tallos (cm) entre los tratamientos evaluados.

Palabras claves: Bioestimulantes, Brotación, higos.

Introducción

Las higueras (*Ficus carica* L.), fue de los primeros árboles frutales cultivados en el mundo. La demanda de los frutos de higo se debe principalmente por su contenido de potasio, fibra, vitaminas, calcio, magnesio y fósforo. Otro aspecto, a tener en cuenta es su versatilidad comercial, ya que este puede ser comercializado en fresco, seco e industrializado (Stover *et al*., 2007). Turquía ocupó en el 2023, el primer lugar en la producción de higo con un total de 300 mil toneladas representando alrededor del 30% de la producción mundial (1 120 000 t), seguida por Egipto, Irán y Marrueco (Jian, 2024).

En México, los estados de Morelos, Baja California Sur y Veracruz fueron los que obtuvieron la mayor superficie cosechada de higo en 2023, con 676, 450 y 218 ha, respectivamente, es decir, el 36.7%, 24.4% y 11.9% del total nacional. Mientras que Veracruz, Michoacán y Zacatecas tuvieron el mayor rendimiento promedio, con 11.9, 11.1 y 9.8 $t.ha^{-1}$ (Olmo, 2023).

En los últimos tres años en la zona noroeste del país en el Valle de Mexicali y San Luis Rio Colorado, se ha observado un incremento en la superficie (100 ha) del cultivo de higo, principalmente la variedad Black Mission, para consumo fresco, sin embargo, no existe registro de información sobre el comportamiento del cultivo en la zona. Por lo cual el desarrollo de tecnologías que permitan el buen comportamiento productivo del cultivo en la región, es actualmente un reto para productores y técnicos (Ruisanchez-Ortega *et al*., 2024).

Entre las tecnologías que han demostrado un impacto en el desarrollo de los cultivos, se encuentra el uso de bioestimulantes. Rodríguez (2017) encontró un incremento en el diámetro y longitud de los frutos de pulasán (*Nephelium ramboutan* Ake) con la aplicación de bioestimulantes. Por otra parte, Morgado *et al*., (2018), obtuvieron una estimulación en la longitud de las ramas y peso de los frutos en un 13.3 y 7 % respectivamente con el uso de ácido giberélico en higuera. A su vez, García *et al*., (2023) mencionan un incremento en el número de fruto por árbol y el aumento del 56% de la calidad de los frutos con la aplicación de un bioestimulante de crecimiento vegetal a base de extractos de algas marina (*Ascophyllum nodosum*) en el

cultivo de lima persa (*Citrus latifolia*, Tanaka).

Teniendo en cuenta estos antecedentes el objetivo de la investigación, fue la evaluación de los bioestimulantes Hortamin y Bioalumiun sobre la brotación del cultivo de higo en condiciones de cultivo protegido sobre sustrato.

Materiales y equipos

La investigación se realizó en el ejido Moctezuma (32°24'21.6"N 114°53'02.4"W), San Luis Rio Colorado, Sonora. La variedad empleada fue Black Misión, esta variedad se caracteriza por ser bífera y produce mucha fruta durante la temporada de crecimiento, con un peso promedio de 30 g, considerándose un fruto de porte mediano de piel color violeta oscuro con un interior color fresa (Akath *et al*., 2018).

El cultivo se estableció en condiciones de cultivo protegido, empleando como sustrato una mezcla de 70% de turba de *Sphagnum* + 20% de arena + 10% de perlita completa en bolsas de 30 L bajo invernadero tipo macro túnel de 900 m^2 (9 x 100 m), cubierto con plástico blanco 25% de sombra, calibre 180 µm.

Los bioestimulantes evaluados fueron Hortamín y Bioaluminium. El Hortamín es un bioestimulante orgánico líquido a base de L-Aminoácidos de origen vegetal, procedentes de doble hidrólisis enzimática con una concentración de 2.5% de Nitrógeno (N) y 16% de Aminoácidos Libres (AL) (Innovación Agrícola, 2016). Bioaluminium es una mezcla de óxido de cobre (CuO) 2%, carbonato de manganeso (Mn) 1.7% y oxido de zinc (ZnO) 0.6% de origen orgánico (Innovación Agrícola, 2015). Se realizaron dos aplicaciones de ambos productos en un intervalo de siete días, posterior al decapite de la planta vía foliar a una dosis de 0.3 L. ha^{-1} en un volumen de 200 L.ha^{-1} entre las 6 y 8 am.

Todos los tratamientos recibieron una fertilización de 0.400 kgN.$planta^{-1}$, 0.250 kgP.$planta^{-1}$, 0.350 kgK.$planta^{-1}$, 0.250 kgCa.$planta^{-1}$ y 0.125 kgMg.$planta^{-1}$, a través de riego por goteo, el cual se distribuyó en tres riego diarios de 20 minutos.$planta^{-1}$ (8 L.$planta^{-1}$).

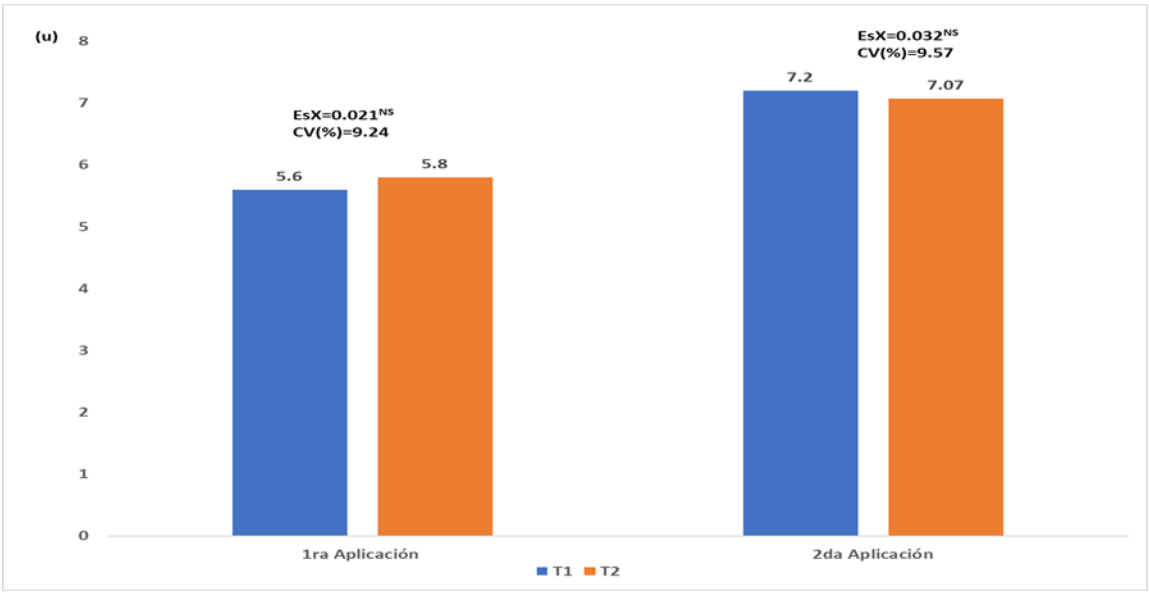
Métodos experimentales

Se evaluaron dos tratamientos: T1: Hortamín + Bioaluminium y T2: Testigo. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas (15 plantas por replica) para un total de 45 plantas por tratamiento, con muestreo cada 15 días. Las variables evaluadas fueron: Número de brotes (u), longitud y diámetro del brote inferior (cm), tasa de crecimiento diaria (cm.$día^{-1}$) que se aplicó para los indicadores longitud y diámetro del tallo de acuerdo al método de Villar *et al*., (2008).

Para el procesamiento estadístico de la información se realizó un Análisis de Varianza de clasificación simple, empleado el paquete estadístico *Statgraphics* versión 5.0 (USA SGC, 2000). Posteriormente se corroboró el cumplimiento de la normalidad y la homogeneidad de varianza. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05 en los casos que fue necesario.

Resultados y discusión

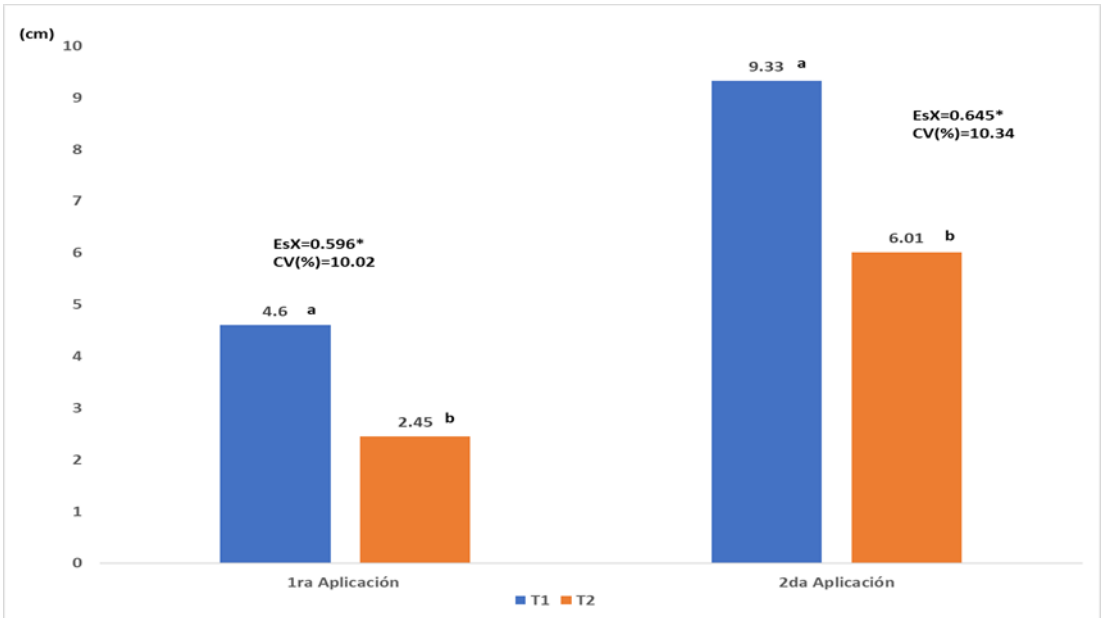
En la Figura 1, se observa que no se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en ambos momentos de aplicación con respecto al número de brotes.



T1: Hortamin + Bioaluminium; T2: Testigo; EsX: Error estándar de la media; CV: Coeficiente de variación; NS: sin diferencia significativas (p<0.05).

Figura 1. Efecto de la aplicación de los tratamientos sobre el número de brotes.

En la Figura 2, de acuerdo al análisis de varianza se registraron diferencias significativas entre los tratamientos (p>0.05). El mejor tratamiento en la variable longitud de brote fue el Tratamiento 1 (Hortamin + Bioaluminium) con una media de 4.6 cm para la 1ra aplicación y 9.33 cm en la segunda, superando al T2 en un 87% y 55%, respectivamente.

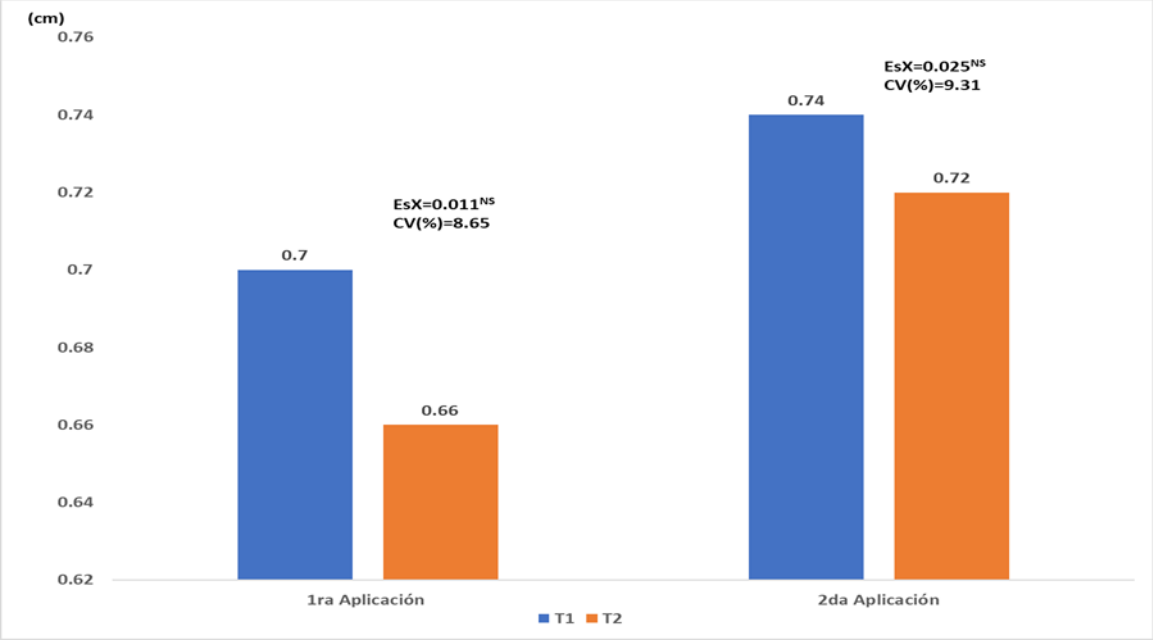


Leyenda: T1: Hortamin + Bioaluminium; T2: Testigo; EsX: Error estándar de la media; CV: Coeficiente de variación; * Diferencias significativas (p>0.05).

Figura 2. Efecto de la aplicación de los tratamientos sobre la longitud de los brotes.

El diámetro de brotes se muestra en la Figura 3, donde se observa que no existieron diferencias significativas (p<0.05) entre los tratamientos evaluados.

En la Tabla 1, se muestra un incremento en la tasa de crecimiento diaria de la longitud del tallo, correspondió al tratamiento 1 (Hortamin + Bioaluminium), lo cual representa que con la aplicación de los bioestimulantes las plantas tuvieron una mayor actividad de crecimiento durante el periodo evaluado. Sin embargo, no se aprecian diferencias significativas en cuanto a la tasa de crecimiento diaria del diámetro de los brotes (Tabla 1) entre los tratamientos evaluados.



Leyenda: T1: Hortamin + Bioaluminium; T2: Testigo; EsX: Error estándar de la media; CV: Coeficiente de variación; NS: sin diferencia significativas (p<0.05).

Figura 3. Efecto de la aplicación de los tratamientos sobre el diámetro de los brotes**.**

Tabla 1. Tasa de crecimiento diaria de la longitud y diámetro del tallo, en higo.

Tratamiento	Tasa de crecimiento longitud del tallo (cm.día^{-1})	Tasa de crecimiento diámetro del tallo (cm.día^{-1})
T1: Hortamin + Bioaluminum	0.20 a	0.008
T2: Testigo	0.14 b	0.01
EsX	0.64*	0.025^{NS}
CV(%)	10.23	9.64

EsX: Error estándar de la media; CV: Coeficiente de variación; NS: sin diferencia significativas (p<0.05); * Diferencias significativas (p>0.05).

La aplicación combinada de Hortamin + Bioaluminum (T1) tuvo una influencia positiva en la estimulación de longitud de los brotes, expresando además una mayor actividad tasa de crecimiento diaria. Estos resultados pueden estar determinados por la influencia combinada de las sustancias que componen ambos productos, en este sentido, el nitrógeno y los aminoácidos intervienen activamente en la división celular expresando una mayor longitud de los brotes y actividad de crecimiento (Monza y Márquez, 2004; Laurentin, 2023).

Los aminoácidos son considerados precursores de sustancias modificadas por una amplia gama de enzimas para la producción de metabolitos secundarios, entre los que se encuentran los flavonoides, alcaloides y otros compuestos (Yu *et al*.,

2010), además son empleados por la planta como mensajeros de la parte aérea para incrementar la absorción de nitrógeno (Soberane, 2018).

Por otra parte, los microelementos que conforman al Bioaluminun intervienen como cofactores en la asimilación del N, en este sentido Ignacio-Cadenas, (2013), encontró una relación proporcional de N foliar con el aumento de la aplicación de microelementos como, Aluminio (Al), Zinc (Zn) y Boro (B) en el cultivo de olivo.

No existe suficiente evidencia del uso de bioestimulantes en el cultivo de higo, no obstante, resultados similares fueron obtenidos por AlgasPacific, (2022) ellos lograron una estimulación del desarrollo de los brotes en el cultivo de higo, al aplicar los bioestimulantes NPKelp + ZnKelp ambos a 1 L. ha^{-1} vía foliar. Por otra parte, Mena, (2022) obtuvo una estimulación en la longitud del tallo con la aplicación del estimulante BIOL en el cultivo de durazno (*Prunus persica* L.).

Sin embargo, no se aprecia un efecto sobre el número y diámetro de los brotes con la aplicación del tratamiento 1 (Hortamin + Bioaluminium) en la dosis en estudio. Resultados similares fueron obtenidos por Manuel-Pérez, (2009) en las dosis más bajas (1 L.ha^{-1}) al estudiar diferentes dosis FOSFACEL 800, en el cultivo de zarzamora.

Conclusiones

1. La aplicación de Hortamin + Bioaluminium a dosis de 1 L. ha^{-1} de ambos productos en el cultivo de higo, influyó positivamente en la longitud de brotación y tasa de crecimiento diaria de la longitud del tallo en condiciones de cultivo protegido sobre sustrato.
2. Sin embargo, no se aprecia un efecto sobre el número y diámetro de los brotes con la aplicación de Hortamin + Bioaluminium en la dosis en estudio en condiciones de cultivo protegido sobre sustrato.

Referencias

1. AlgasPacific. 2022. Bioestimulación y nutrición específica en el cultivo de higo. Disponible en: https://algaspacific.com/2022/03/23/bioestimulacion-y-nutricion-especifica-en-el-cultivo-de-higo/. Consultado: 21/07/2024.

2. Akath Singh; P. R. Meghwal & Jai Prakash. 2018. *Ficus carica* breeding of underutilized fruit crops Part I. Jaya Publishing House New Delhi, Editors: S.N.Ghosh. pp.149-179.

3. García Olarte, J. F., Berdeja Arbeu, R., Escobar Hernández, R., Pérez Marroquín, G. J., & Zaldívar Martínez, P. 2023. Las aplicaciones de extractos de algas en lima persa aumentan rendimiento y calidad de fruto de exportación. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 10092-10105. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7696

4. Ignacio-Cadenas, F. 2013. Efecto de diferentes cargas frutales sobre la distribución de elementos minerales en los diferentes órganos de la planta de olivo a cosecha. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/150770/Efecto-de-diferentes-cargas. Consultado:6/07/2024

5. Innovación Agrícola. 2015. Ficha técnica de Hortamín Disponible en: https://innovacionagricola.com/wp-content/uploads/2016/04/FT-MXP-

BIOALUMINIUM-v1.pdf Consultada: 3/07/2024.

6. Innovación Agrícola. 2016. Ficha técnica de Bioaluminium. Disponible en: https://www.quiver.com.mx/Ficha%20Hortam%C3%ADn.pdf Consultada: 3/07/2024.

7. Jian, M. 2024. Análisis comparativo de la producción y comercialización de frutas y hortalizas entre España y China: oportunidades y desafíos en el contexto de la globalización. Disponible en: https://riunet.upv.es/handle/10251/204718 Consultado: 14/03/2025

8. Laurentin, H. E. 2023. El nitrógeno en las plantas. disponible en: https://universidadagricola.com/el-nitrogeno-n-en-las-plantas/. Consultado: 27/02/2024

9. Manuel-Pérez, V. 2009. Estudio sobre el efecto de enraizadores y aminoácidos en la brotación de zarzamora (*Rubus fruticosus* L). Disponible en: https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/5132/T17579%20%20PEREZ%20CRUZ,%20VICTOR%20MANUEL%20%20TESIS.pdf?sequence=1

10. Mena, L. E. 2022. Evaluación de la eficiencia de tres dosificaciones de Biol enriquecido en el frutal durazno (*Prunus persica*), establecido como cerca viva, CEASA-UTC, provincia de Cotopaxi, 2022. UTC. Latacunga. 110 p.

11. Monza J. & Márquez A. 2004. Metabolismo de nitrógeno en las plantas. Editorial Almuzara. 42-48 pp.

12. Morgado-González, A., Becerril-Román, A.E., Calderón-Zavala, G., García-Villanueva, E.1., Velasco-Cruz, C.1 & Alberto-Villa, J. 2018. "Bioestimulantes foliares en la producción de higo (*Ficus carica* L.) "Café de Turquía" Disponible en: file:///C:/Users/Ruisanchez/Downloads/valeria_sias,+con-3-1.pdf Consultado: 14/02/2024.

13. Olmo, A. 2023. Estadística de producción de higo en México. Disponible en: https://blogagricultura.com/estadisticas-higo-mexico/. Consultado: 14/02/2024.

14. Rodríguez, Z. 2017. Evaluación de bioestimulantes en la productividad y calidad de frutas y presencia de plagas y enfermedades en pulasán (*Nephelium ramboutan-ake*) en la zona montañosa de Mayagüez, puerto Rico. Disponible en: https://scholar.uprm.edu/server/api/core/bitstreams/2b9ba8e2-a0e3-4d68-8743-d3c7c17f60a4/content. Consultado: 14/02/2024

15. Ruisanchez-Ortega, Y., Salomón-Torres, R., Peña-Yam, L. P., Samaniego-Sandoval, L., & Acosta-Pérez, J. 2024. Efecto de la aplicación de Algacell activador sobre la brotación del cultivo de higo (*Ficus carica* l.) variedad Black Mission. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 7(1), 592–597. https://doi.org/10.34188/bjaerv7n1-044 Consultado: 12/07/2024

16. Soberane-Pérez, A. 2018. Aplicación de bioactivadores en la producción forzada de higo. Disponible en: http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4258/Soberanes_Perez_A_MC_RGP_Fruticultura_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y consultado: 20/08/2024

17. Stover, E., Aradhya, M., & Crisosto, C. (2007). The fig: overview of an ancient fruit. HortScience 42, 1083-1087.

18. USA, SGC (Statistical Graphics Corporation). Statgraphics Plus for Windows: Version 5.0, 2000.

19. Villar, R., Ruiz, R., J., Quero, J. L., Poorter, H., Valladares, R. F., & Marañón, T. 2008. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/organizacion/organismos-publicos/ Consultado: 14/02/2024

20. Yu C., Lu, D. G., Qin, S. J., Yang, L., Ma, H. Y., & Liu, G. C. 2010. Changes in photosynthesis, fluorescence, and nitrogen metabolism of hawthorn (*Crataegus pinnatifida*) in response to exogenous glutamic acid. Photosynthetica 48: 339-347